462eng

RAPPORT DE CARACTÉRISATION
BANC ÉLECTRONIQUE 462LXI

CONVERTISSEUR DC-DC ABAISSEUR

K240505

8–40 V → 5 V / 5 A (25 W) · module générique, sans marque visible

91,1 %	82–91 %	5,11–5,18 V	48 mW
rendement maximal (11 V, 1,25 A)	rendement sur réseau 12 V (12–14,4 V, 0,25–3 A)	tension de sortie sur toute la plage testée	consommation à vide à 13,8 V

RÉFÉRENCE
462-R-261112-01

DATE DES ESSAIS
12 novembre 2026

POINTS DE MESURE
280 points de régime établi, 13 tensions d'entrée

USAGE VISÉ
alimentation d'un Raspberry Pi embarqué en véhicule (12 V)

01 Synthèse

Le K240505 tient ses promesses sur toute la plage testée (9 à 30 V, 0 à 5 A) : tension de sortie entre 5,114 V et 5,182 V, rendement de 82 à 91 % sur un réseau de bord 12 V pour les charges typiques d'un Raspberry Pi, et une consommation à vide de 48 mW. Le point faible est l'ondulation : 74 à 108 mVpp jusqu'à 2 A, jusqu'à 316 mVpp à pleine charge, soit 1,5 à 6 % de la sortie : sans conséquence pour un Pi, à filtrer pour une charge analogique sensible.

Sous 8 V, le module continue de fonctionner : la sortie reste au-dessus de 4,75 V jusqu'à 5,4 V d'entrée à 0,1 A et 5,8 V à 2,5 A.

CARACTÉRISTIQUE	ANNONCÉ	MESURÉ	
Tension d'entrée	8–40 V	9–30 V testés (limite de la source)	✓ Conforme
Tension de sortie	5 V	5,114–5,182 V	✓ Conforme
Courant de sortie	5 A	5 A tenus 15 min	✓ Conforme
Rendement	—	91,1 % max., 86,5 % à 5 A / 13,8 V	✓ Conforme
Ondulation	—	108 mVpp à 2 A, 220 mVpp à 5 A	! À noter
Consommation à vide	—	48 mW (3,5 mA à 13,8 V)	✓ Conforme

02 Conditions d'essai



INSTRUMENTS

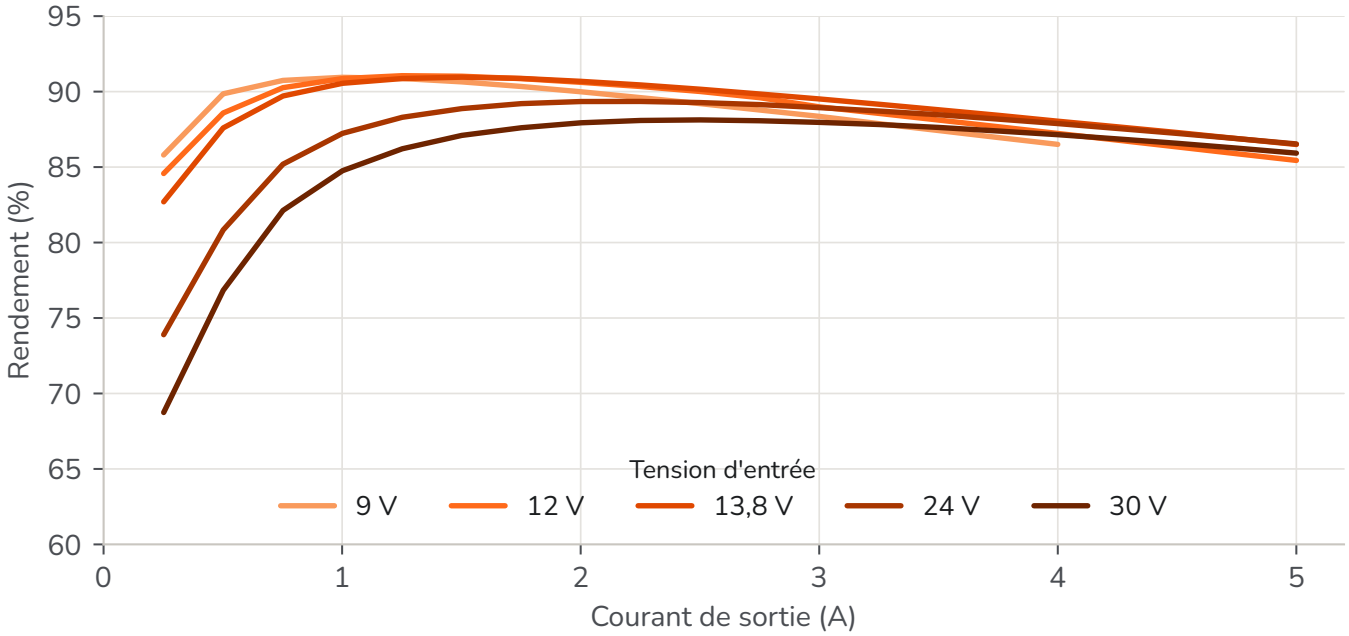
- **Source** : Rigol DP832A, voie 1 (30 V / 3 A), relecture U/I/P.
- **Charge** : Rigol DL3031A en courant constant, pente 0,5 A/µs.
- **Oscilloscope** : Rigol MSO1074Z, 1 GSa/s, sonde 10×, limite de bande 20 MHz.
- **Pilotage** : 462lxi (VXI-11), acquisition et rapport entièrement automatisés.

MÉTHODE

- Grille de régime établi : 13 tensions d'entrée × jusqu'à 22 courants, 2 s de stabilisation, deux lectures moyennées.
- Ondulation en couplage AC, calibre choisi point par point (le plus fin sans saturation), médiane de 3 mesures.
- Rendement = P_{sortie} / $P_{entrée}$, chacune lue aux bornes de l'instrument.

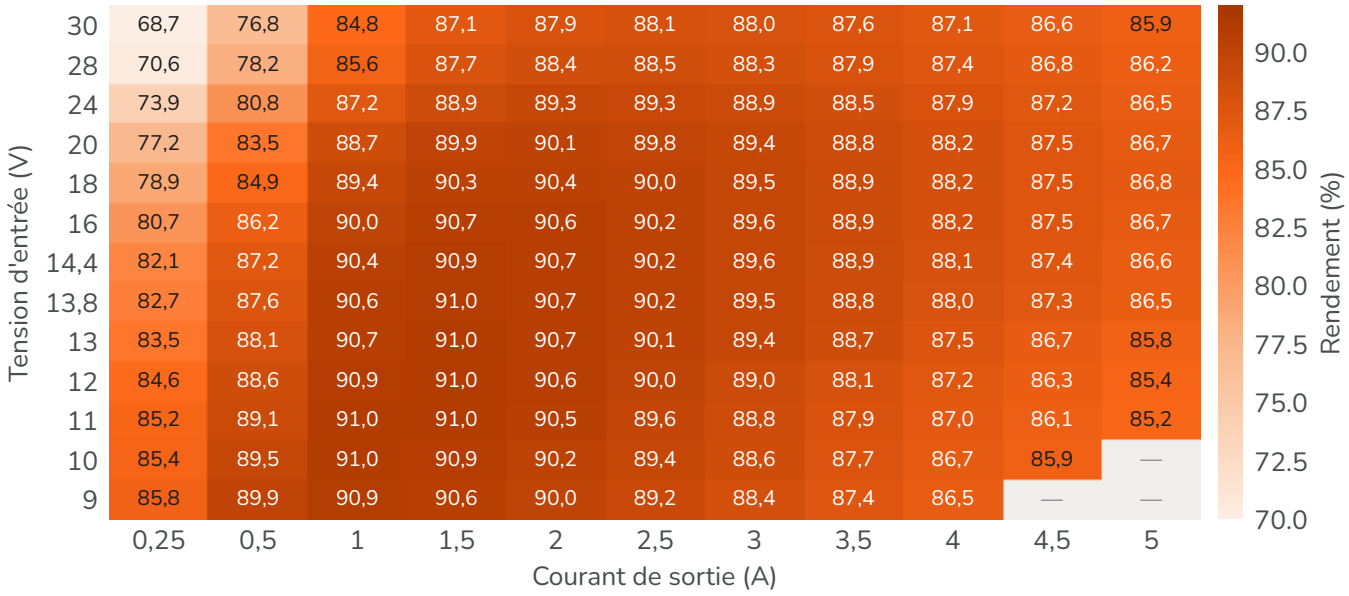
03 Rendement

Le rendement culmine à **91,1 %** autour de 1 à 2 A et reste au-dessus de 85 % jusqu'à 5 A pour toutes les tensions d'entrée. Il baisse aux faibles charges et aux tensions élevées, où les pertes fixes (commutation, commande) pèsent davantage.



CARTOGRAPHIE COMPLÈTE

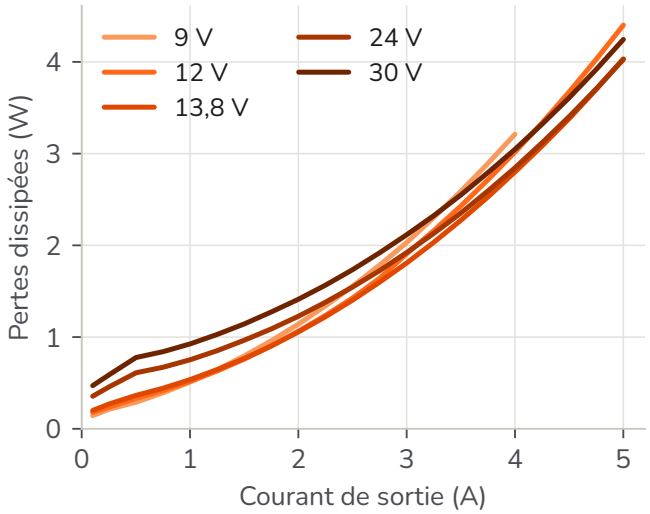
Tension d'entrée (V) \ Courant de sortie (A)	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
30	68,7	76,8	84,8	87,1	87,9	88,1	88,0	87,6	87,1	86,6	85,9
28	70,6	78,2	85,6	87,7	88,4	88,5	88,3	87,9	87,4	86,8	86,2
24	73,9	80,8	87,2	88,9	89,3	89,3	88,9	88,5	87,9	87,2	86,5
20	77,2	83,5	88,7	89,9	90,1	89,8	89,4	88,8	88,2	87,5	86,7
18	78,9	84,9	89,4	90,3	90,4	90,0	89,5	88,9	88,2	87,5	86,8
16	80,7	86,2	90,0	90,7	90,6	90,2	89,6	88,9	88,2	87,5	86,7
14,4	82,1	87,2	90,4	90,9	90,7	90,2	89,6	88,9	88,1	87,4	86,6
13,8	82,7	87,6	90,6	91,0	90,7	90,2	89,5	88,8	88,0	87,3	86,5
13	83,5	88,1	90,7	91,0	90,7	90,1	89,4	88,7	87,5	86,7	85,8
12	84,6	88,6	90,9	91,0	90,6	90,0	89,0	88,1	87,2	86,3	85,4
11	85,2	89,1	91,0	91,0	90,5	89,6	88,8	87,9	87,0	86,1	85,2
10	85,4	89,5	91,0	90,9	90,2	89,4	88,6	87,7	86,7	85,9	—
9	85,8	89,9	90,9	90,6	90,0	89,2	88,4	87,4	86,5	—	—



« — » : point non mesuré, le courant d'entrée aurait dépassé les 3 A de la source. Mesures sans reprise de tension (sense) : la chute dans les câbles est comptée comme une perte, les valeurs sont donc légèrement pessimistes.

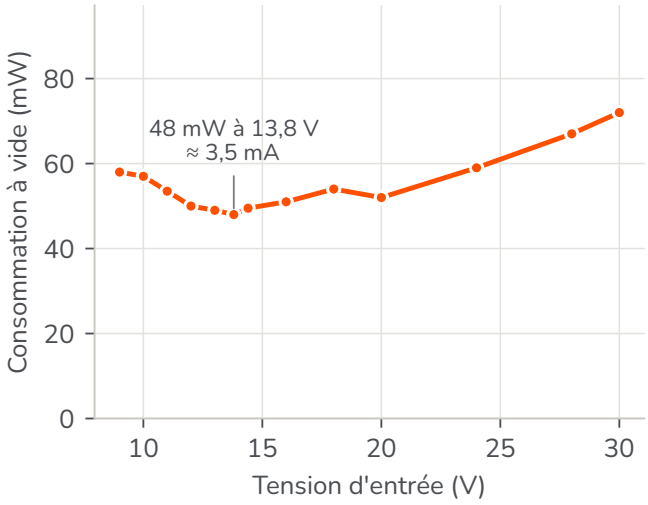
04 Pertes et régulation

PERTES DISSIPÉES



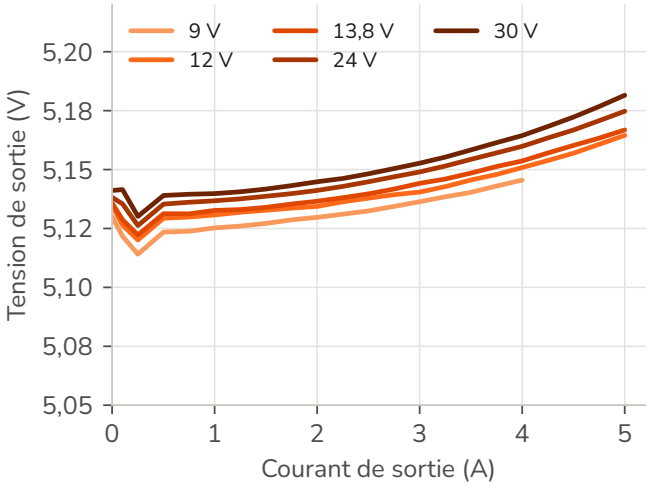
À 13,8 V : 1,06 W à 2 A, 4,03 W à 5 A. C'est la chaleur à évacuer : prévoir un emplacement ventilé dans l'habitacle.

CONSOMMATION À VIDE



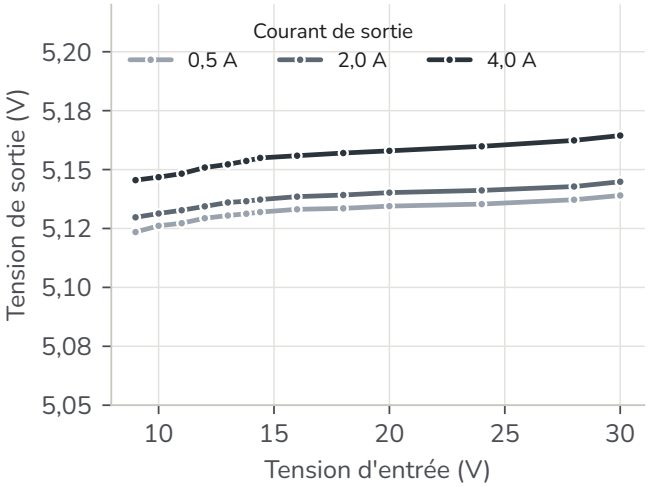
Branché en permanent, le module seul consomme ≈ 84 mAh par jour, négligeable devant une batterie de démarrage.

RÉGULATION EN CHARGE



La sortie **monte** légèrement avec le courant (≈ +40 mV à 5 A) : le module compense la chute d'un câble, comme un chargeur USB.

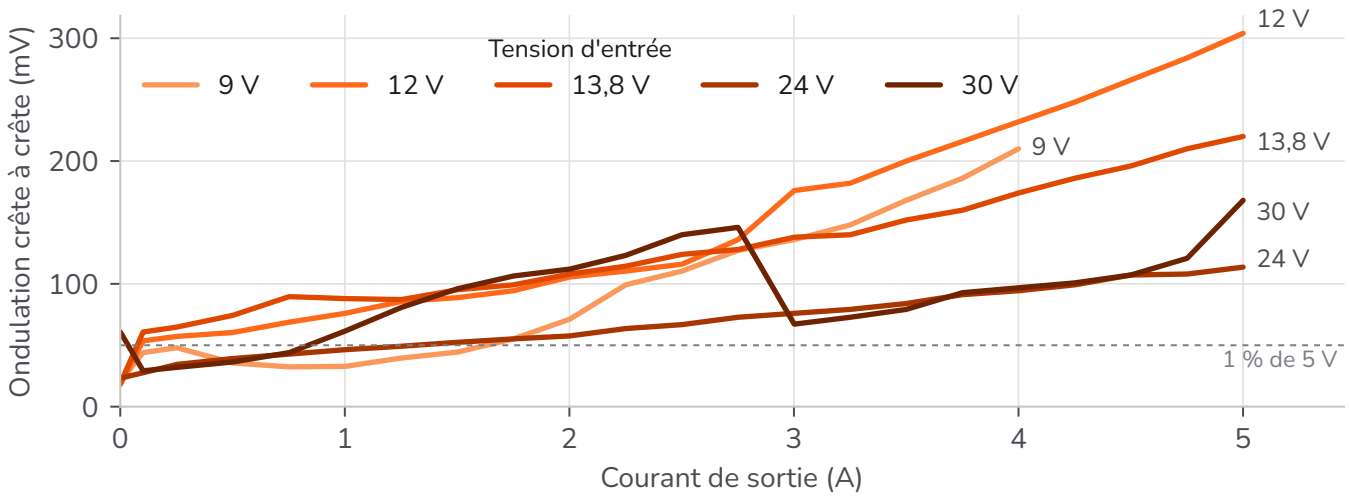
RÉGULATION EN LIGNE



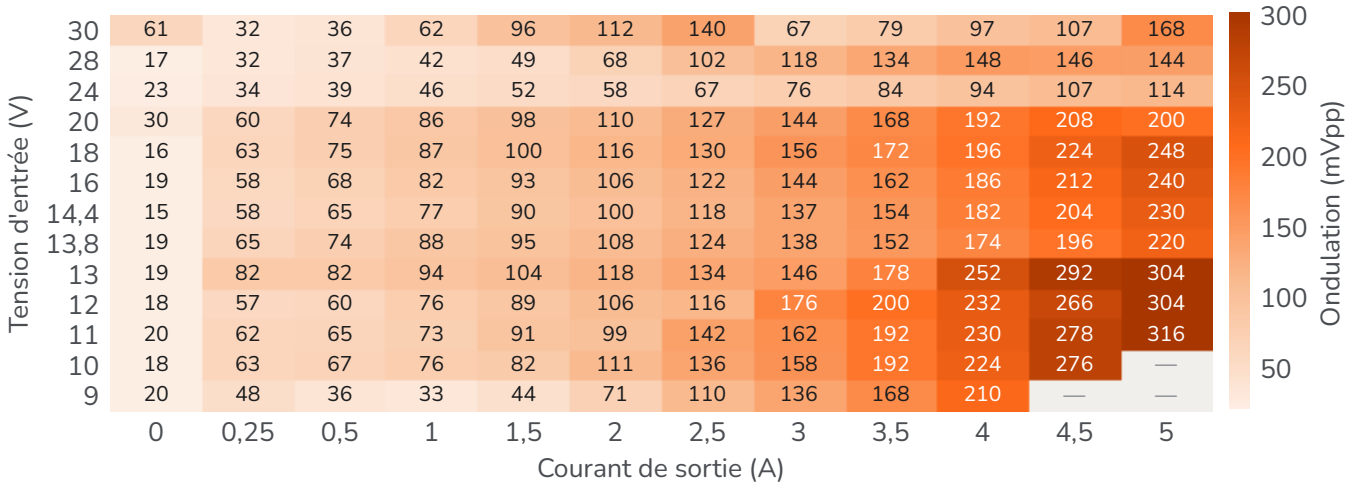
De 9 à 30 V, la sortie varie de quelques millivolts seulement.

05 Ondulation de sortie

Jusqu'à 2 A, l'ondulation reste autour de 74 mV–108 mV crête à crête. Au-delà, elle croît avec le courant pour atteindre **220 mVpp** à 5 A (53 mV efficaces) : le découpage, vers 110 kHz, est alors bien visible.



CARTOGRAPHIE DE L'ONDULATION CRÊTE À CRÊTE



FRÉQUENCE DOMINANTE DE L'ONDULATION

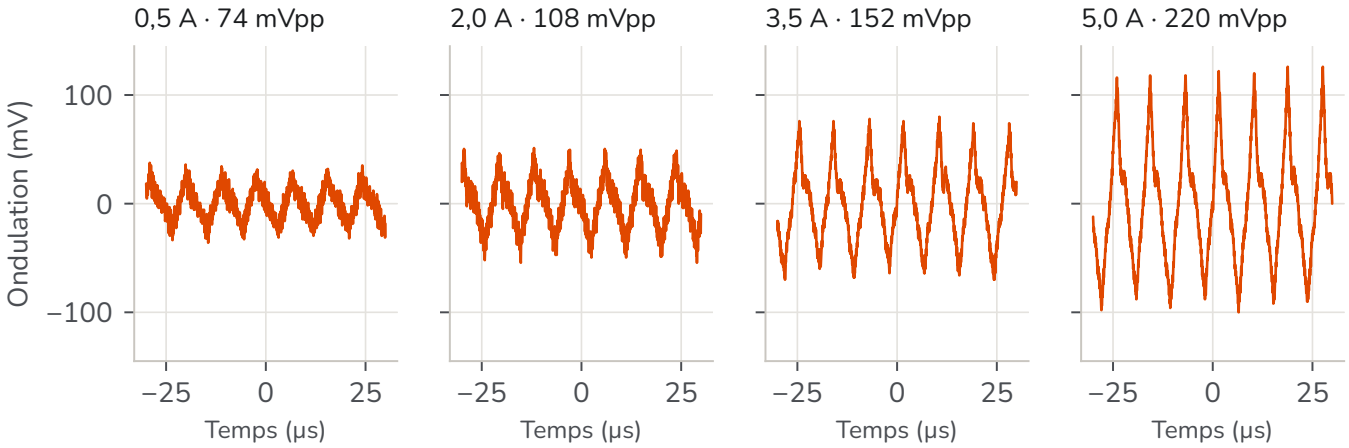
KHZ	0,25 A	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A
9 V	110	110	55	56	56	—
12 V	112	112	112	56	57	58
13,8 V	113	113	113	114	115	116
24 V	115	115	115	116	117	119
30 V	116	116	116	117	118	120

Le découpage nominal se situe entre 110 et 120 kHz. **À 9 V au-delà de 2 A et à 12 V au-delà de 3 A, la fréquence dominante tombe de moitié** (≈ 56 kHz) : le régulateur entre en oscillation sous-harmonique, typique d'une commande en mode courant à fort rapport cyclique. C'est ce qui fait bondir l'ondulation à 12 V. Sans danger pour le module, mais à connaître : moteur coupé, une batterie de voiture est à 12 V.

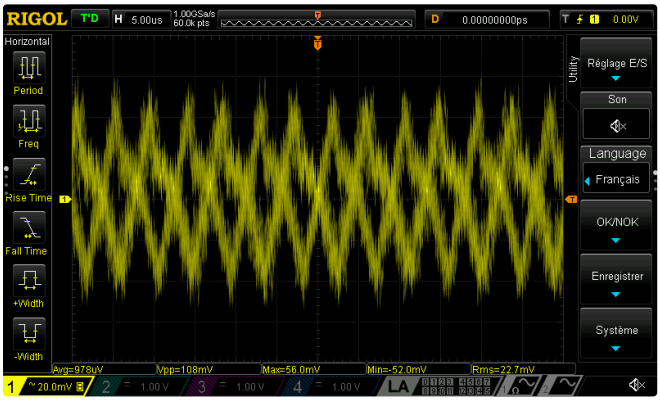
Module moulé, fils de sortie prisonniers : l'ondulation est mesurée au bout des fils, là où la charge est raccordée, c'est-à-dire dans les conditions réelles d'utilisation. Couplage AC, limite de bande 20 MHz, sonde 10× avec sa pince de masse. Plancher de mesure (sonde court-circuitée sur sa masse) : 10 mVpp. À 30 V, entre 2,4 et 3,2 A, le module a deux régimes stables : après un échelon de charge, il peut rester en régime sous-harmonique (≈ 56 kHz, rendement inférieur de 0,7 à 1 point), qu'il quitte au-delà de 3,2 A sans y revenir à la redescente. Aux tensions d'entrée élevées, les pointes de commutation dominent l'ondulation et dépendent de la géométrie du raccordement de la sonde : au-dessus de 24 V, les valeurs sont à lire comme des ordres de grandeur ; à 13,8 V, deux sondes différentes concordent à 15 % près en valeur efficace.

06 Formes d'onde

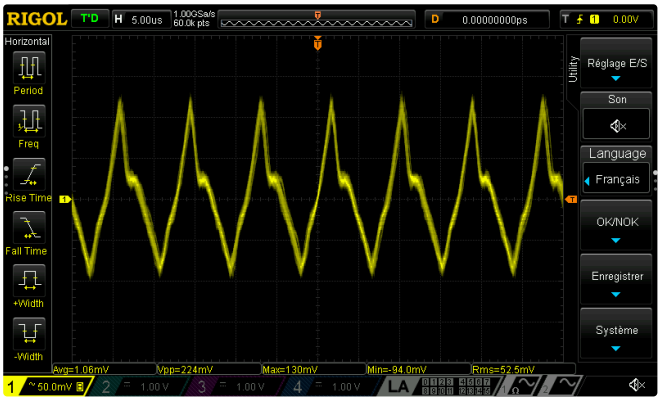
ONDULATION À 13,8 V, DE 0,5 À 5 A



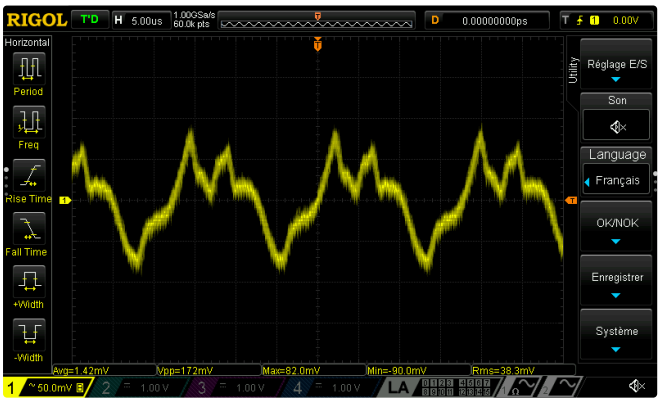
CAPTURES DE L'OSCILLOSCOPE



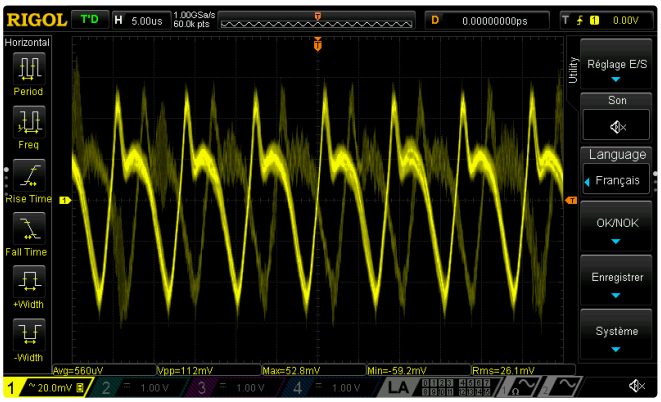
Capture oscilloscope, 13,8 V · 2 A



Capture oscilloscope, 13,8 V · 5 A



Capture oscilloscope, 12 V · 3 A, régime sous-harmonique

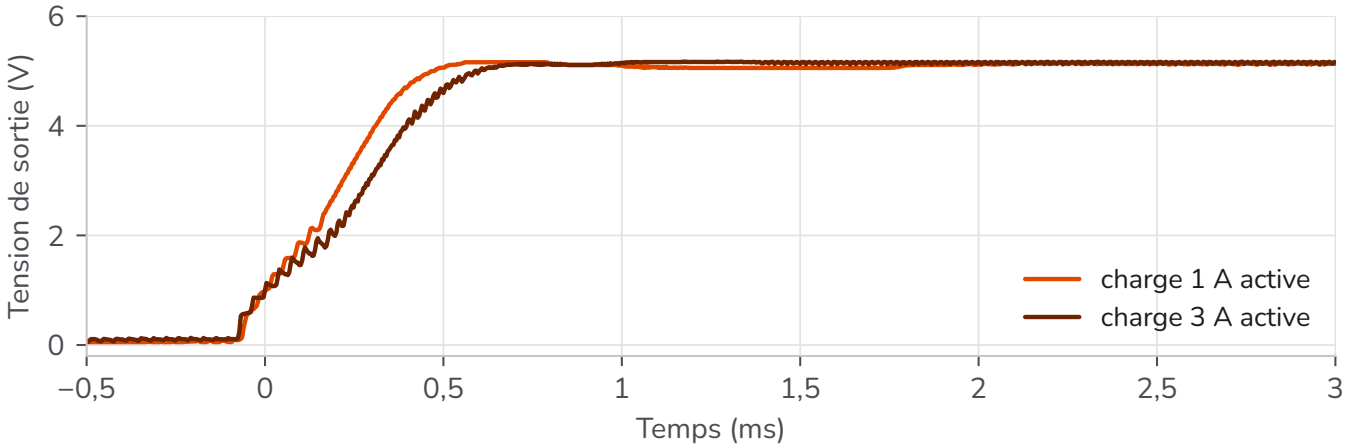


Capture oscilloscope, 24 V · 5 A

Captures brutes de l'écran, 5 µs/div. En bas à gauche, à 12 V et 3 A, les crêtes alternent d'une période sur l'autre : c'est la signature de l'oscillation sous-harmonique.

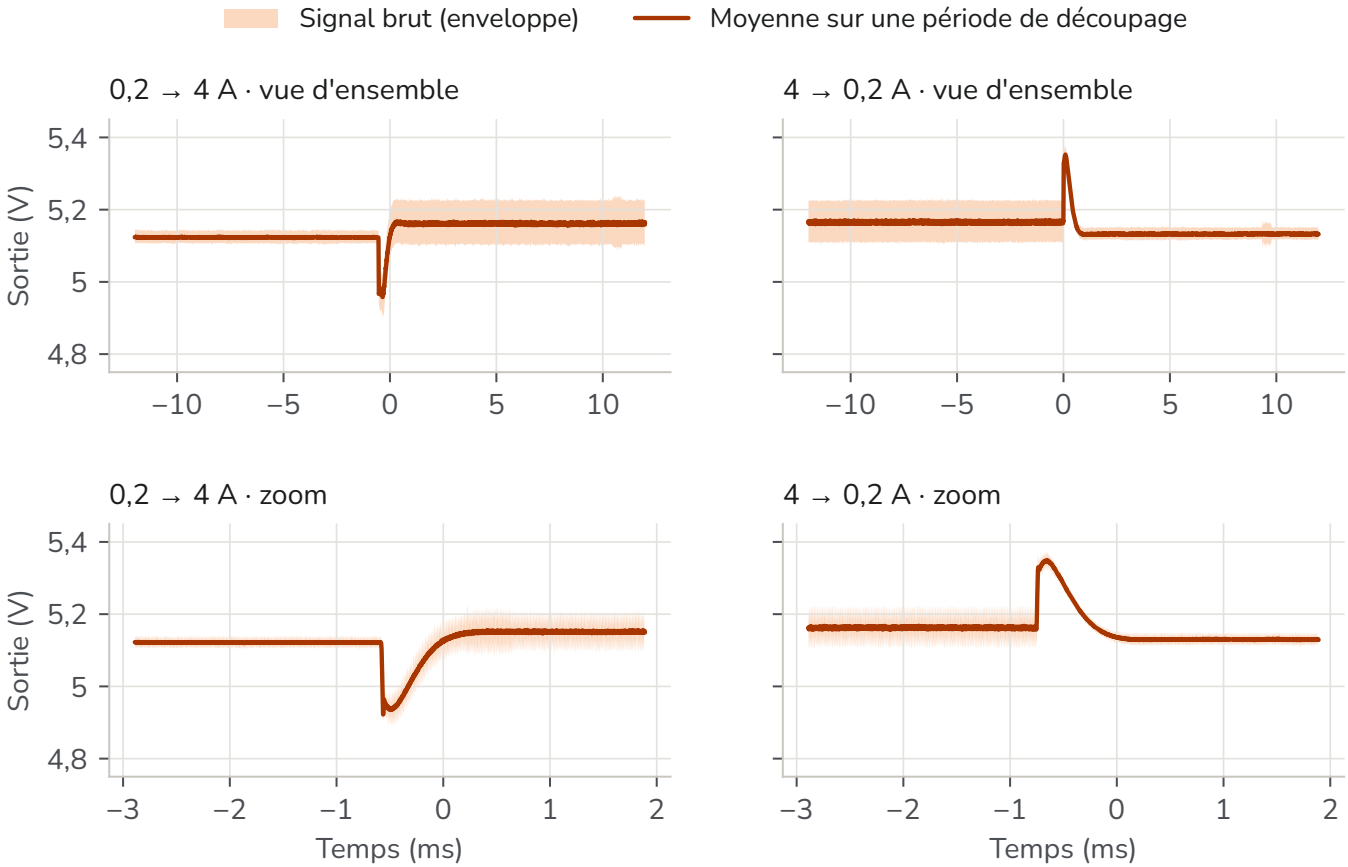
07 Comportement dynamique

DÉMARRAGE SOUS CHARGE (13,8 V, CHARGE DÉJÀ ACTIVE)



1 A : montée 10–90 % en 0,44 ms, crête 5,17 V ; 3 A : montée 10–90 % en 0,56 ms, crête 5,17 V. Démarrage franc, sans dépassement notable ni redémarrage, même avec 3 A tirés dès l'instant zéro.

ÉCHELON DE CHARGE LE PLUS SÉVÈRE : 0,2 ↔ 4 A À 13,8 V

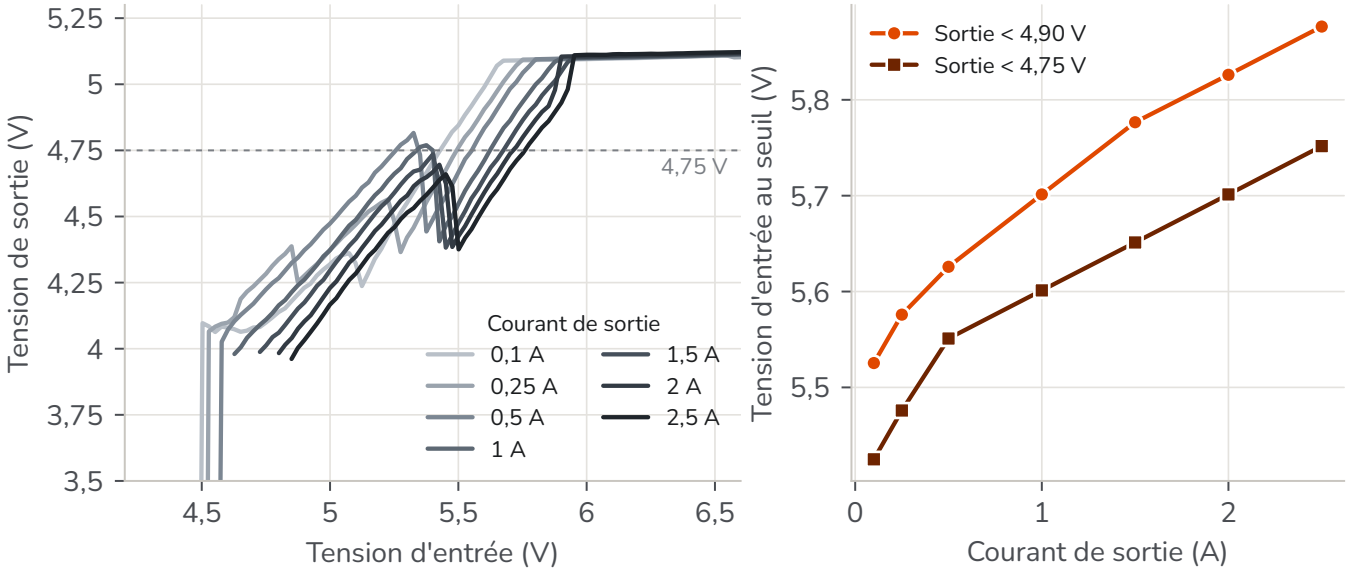


ÉCHELON	MIN. (MOYENNE)	MAX. (MOYENNE)	EXTRÊMES BRUTS
0,2 → 4 A	4,958 V	5,168 V	4,90 V / 5,24 V
4 → 0,2 A	5,130 V	5,353 V	5,09 V / 5,38 V

Le creux moyen le plus profond est de 4,958 V, loin du seuil d'alerte d'un Raspberry Pi (≈ 4,63 V). Les extrêmes bruts incluent les pointes de commutation.

08 Tension d'entrée minimale

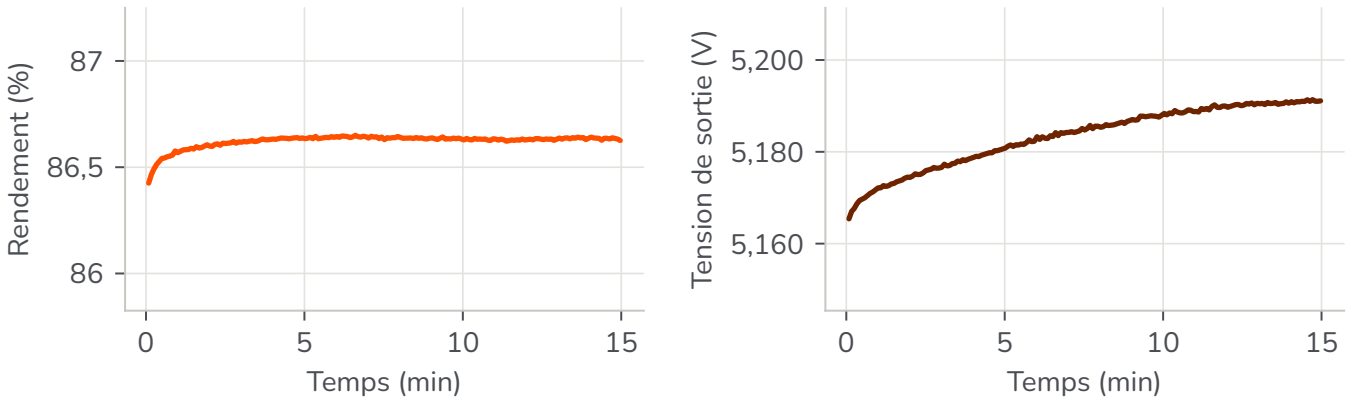
La tension minimale de fonctionnement dépend du courant : la sortie passe sous 4,75 V à 5,42 V d'entrée pour 0,10 A, et dès 5,75 V pour 2,5 A. Bien qu'annoncé pour 8 V minimum, le module régule encore à 5,1 V jusque vers 5,6–5,9 V d'entrée ; en dessous, il passe en saturation : la sortie suit l'entrée, moins une chute qui croît avec le courant (comportement normal d'un abaisseur). Le seuil monte d'environ 126 mV par ampère, ce qui correspond à une résistance interne de l'ordre de 126 mΩ. La sortie s'effondre complètement entre 4,5 V et 4,8 V d'entrée.



COURANT	SORTIE < 4,90 V	SORTIE < 4,75 V
0,10 A	5,53 V	5,42 V
0,25 A	5,58 V	5,48 V
0,5 A	5,63 V	5,55 V
1 A	5,70 V	5,60 V
1,5 A	5,78 V	5,65 V
2 A	5,83 V	5,70 V
2,5 A	5,88 V	5,75 V

Au démarrage du moteur, la tension d'une batterie 12 V peut chuter brièvement vers 6 à 8 V : ces seuils indiquent jusqu'où le Raspberry Pi reste alimenté.

09 Endurance : 15 minutes à pleine charge



Après 15 min à 5 A sous 13,8 V, le rendement passe de 86,46 % à 86,63 % et la sortie de 5,167 V à 5,191 V : avec 4,0 W dissipés, le rendement reste stable et la sortie dérive de +24 mV en chauffant, sans conséquence pour un Raspberry Pi.

10 Recommandations pour l'usage visé

1. **Adapté à un Raspberry Pi en véhicule.** Rendement de 82–91 % sur 12–14,4 V, sortie stable à ± 34 mV, aucune sous-tension lors des échelons.
2. **Raspberry Pi 5** : ce module ne négocie pas l'USB Power Delivery. Déclarer l'alimentation 5 A (`usb_max_current_enable=1`), sinon les ports USB du Pi restent limités à 600 mA.
3. **Arrêt propre** : prévoir une détection du contact (+APC) et une réserve d'énergie pour éteindre le système sans corrompre la carte SD.
4. **Protection d'entrée** : ajouter une diode TVS et un fusible côté 12 V ; les surtensions de délestage (load dump) n'ont pas été testées.
5. **Charges sensibles** (audio, capteurs analogiques, CAN) : ajouter un filtre LC en sortie pour descendre sous 1 % d'ondulation.

11 Limites de l'essai

- Essais **non destructifs** : ni surcharge au-delà de 5 A, ni court-circuit, ni surtension. Ces essais sont réalisables sur un échantillon dédié.
- Tension d'entrée limitée à 30 V et courant d'entrée à 3 A par la source : 8 V, 30–40 V et 9 V au-delà de 4 A non couverts.
- Pas de mesure de température ni d'essai CEM ; un seul échantillon.
- Aux charges inférieures à 0,25 A, le rendement dépend de la précision de relecture du courant d'entrée : points indicatifs.

462eng

Ce rapport a été produit automatiquement par le banc électronique de 462eng : pilotage des instruments, acquisition, analyse et mise en page, en quelques heures, à partir d'un module posé sur la table.

Alimentations, convertisseurs, batteries, cartes électroniques : caractérisation, validation avant production, comparaison de fournisseurs. **www.462eng.fr**